مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۳، شماره ۱، سال ۱۳۹۶

# اثر تراکم بوته بر خصوصیات زراعی هیبریدهای جدید آفتابگردان در کشت تابستانه

# Effect of Plant Density on Agronomic Characteristics of New Sunflower Hybrids in Summer Cropping

اسدالله زارعی سیاه بیدی[۱] و عباس رضائی‌زاد[۲]

۱ و ۲- استادیار، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

**تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۲۲**

## چکیده

**زارعی سیاه بیدی، ا. و رضائی‌زاد، ع. ۱۳۹۵.** اثر تراکم بوته بر خصوصیات زراعی هیبریدهای جدید آفتابگردان در کشت تابستانه. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۳:** ۴۵-۳۱.

**مطالعه حاضر به‌منظور تعیین تراکم کاشت مناسب برای هیبریدهای جدید آفتابگردان در کشت دوم انجام شد. برای این منظور واکنش چهار هیبرید آفتابگردان برزگر، قاسم، فرخ و SHF81-90 به تراکم‌های مختلف کاشت ۸، ۱۰ ، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقاتی اسلام‌آبادغرب در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس دو ساله داده‌ها نشان داد که اثر تراکم بوته بر همه صفات مورد ارزیابی به استثنای شاخص برداشت معنی‌دار بود. هیبریدهای مورد ارزیابی نیز به استثنای تعداد دانه در طبق از نظر همه صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری بودند. اثر متقابل تراکم کاشت × ژنوتیپ تنها برای تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت اصلاحی آفتابگردان با افزایش تراکم بوته به صورت خطی افزایش یافت. به‌طوری که عملکرد دانه در تراکم‌های ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع به ترتیب ۳۵۵۵ ، ۴۰۴۳، ۴۵۵۰ و ۵۱۶۷ کیلوگرم در هکتار بود. در میان هیبریدهای مورد بررسی هیبرید برزگر که از طول دوره رشد بیشتری نسبت به سایر هیبریدها برخوردار بود با ۴۶۳۸ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد بیشتری نسبت به هیبریدهای قاسم، SHF81-90 و فرخ به ترتیب با ۴۱۰۲، ۴۴۴۷ و ۴۱۲۸ کیلوگرم در هکتار بود.**

**واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، تراکم کاشت، هیبرید، عملکرد دانه.**

---

نویسنده مسئول: azareei46@gmail.com تلفن: ۰۸۳۳۸۳۵۱۰۲۱

**مقدمه**

یکی از عوامل مهم برای دستیابی به حداکثر عملکرد آفتابگردان انتخاب تراکم گیاهی مناسب است. دستیابی به عملکرد مطلوب در هر گیاه به استفاده مناسب گیاهان از عوامل محیطی بستگی دارد. حداکثر عملکرد در بوته و وزن هزار دانه بالا در تراکم‌های پایین به دست می‌آید، اما برای دستیابی به عملکرد دانه مطلوب در واحد سطح نیاز به تراکم‌های بالاتر هست. تراکم در هر گیاه بسته به هدف تولید، روش و زمان کاشت و حاصلخیزی خاک متفاوت است. زاویه برگ‌ها، شاخص سطح برگ، اندازه و حجم گیاه، شدت تابش خورشیدی، رطوبت و حاصلخیزی خاک، از جمله موارد مهم در انتخاب یک تراکم مناسب هستند (Meys, 1999). امکان افزایش جمعیت گیاهی از طریق کاهش ارتفاع بوته در سالیان اخیر به عنوان یکی از اهداف اصلی در آفتابگردان مطرح بوده است زیرا در چنین شرایطی ماده خشک اختصاص یافته به ساقه کاهش خواهد می‌یابد، مدیریت مزرعه راحت‌تر می‌شود و در نهایت عملکرد دانه افزایش می‌یابد (Hu *et al.*, 2010). اکثر ارقام اصلاح شده امروزی آفتابگردان تک طبق هستند. در این ارقام در شرایط برداشت با کمباین مناسب بودن تراکم کاشت را ممکن است بر اساس اندازه طبق تعیین کرد، بنابرین برای برداشت مکانیزه بهتر است حد بالایی تراکم‌های توصیه شده را مورد استفاده قرار داد. در صورتی که برداشت با دست انجام شود تراکم بوته در روی ردیف کاشت را کمتر می‌گیرند تا طبق‌های بزرگی تشکیل شود و در نتیجه بریدن تعداد کمتری طبق ضرورت داشته باشد (Khajepour, 2007).

هالت و کمپبل (Holt and Campbell, 1984) گزارش دادند که با تغییر جمعیت گیاهی، آفتابگردان از طریق تغییر در تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه عملکرد خود را حفظ می‌کند. رابینسون (Robinson, 1978) گزارش داد که با افزایش جمعیت گیاهی عملکرد دانه آفتابگردان به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد. این در حالی است که ناروال و مالیک (Narval and Malik, 1985) و پورسخی و خواجه پور (Poursakhy and Khajehpour, 2014) عکس این موضوع را گزارش داده‌اند. گوسکوی و همکاران (Goskoy *et al.*, 1998) نیز گزارش دادند که عملکرد دانه، روغن و سایر خصوصیات گیاهی تحت تاثیر جمعیت گیاهی قرار می‌گیرد. در مطالعه ظفرونی و اشنایدر (Zaffaroni and Schneiter, 1991) با افزایش تراکم بوته از ۳۵۰۰۰ به ۶۵۰۰۰ بوته در هکتار، تعداد دانه در طبق، میانگین وزن دانه و شاخص برداشت آفتابگردان کاهش و درصد روغن دانه افزایش یافت. تانیمو و همکاران (Tanimu *et al.*, 1988) و صدقی و همکاران (Sedghi *et al.*, 2008) گزارش دادند که قطر

طبق و وزن هزار دانه به تراکم کاشت وابستگی زیادی دارد بهطوری‌که با افزایش تراکم، از شش بوته در هکتار به ده بوته در هکتار، هر دو جزء مذکور کاهش یافت. در برخی مطالعات نیز به افزایش ارتفاع بوته و کاهش وزن دانه در اثر افزایش تراکم بوته اشاره شده است (Emami Bistgani *et al.*, 2014؛ Daneshian *et al.*, 2007؛ Gubbels and Dedio, 1988).

تحقیقات زیاد در برنامه‌های به‌نژادی آفتابگردان در سال‌های اخیر سبب شد که نسل جدیدی از هیبریدهای ایرانی تولید شوند که از توانایی رقابت قابل توجهی با هیبریدهای خارجی برخوردار باشند. ویژگی‌های مناسب ظاهری، طول دوره رشد مناسب و عملکرد دانه بالا سبب شده است که این هیبریدها مورد توجه زارعین قرار گیرند با این حال دستیابی به عملکرد مطلوب در این هیبریدها به استفاده مناسب گیاهان از عوامل محیطی و از جمله تراکم بوته در واحد سطح بستگی دارد، لذا در مطالعه حاضر سعی شده است واکنش هیبریدهای جدید آفتابگردان به تراکم کاشت بررسی و مناسب‌ترین تراکم برای هر رقم تعیین شود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب اجرا شد. . این ایستگاه در ۷۰ کیلومتری شهر کرمانشاه و در عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۸ دقیقه شرقی و طول ۴۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی در دامنه سلسله جبال زاگرس با ارتفاع ۱۳۴۶ متر از سطح دریا قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالانه ۴۲۲ میلی‌متر، میانگین درجه حرارت سالانه ۱۳+ درجه سانتی‌گراد متاثر از شرایط مدیترانه‌ای نیمه خشک، فاقد باران تابستانه و اکثر نزولات آسمانی در فصول پائیز، زمستان و بهار حادث می‌شود. در این مطالعه واکنش چهار هیبرید برزگر، قاسم، فرخ و SHF81-90 به چهار تراکم گیاهی شامل ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ گیاه در مترمربع مورد ارزیابی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کشت به طول ۴ متر با فاصله خطوط کشت ۶۰ سانتی متر بود. با توجه به تراکم گیاهی به کار رفته، فاصله گیاهان روی خطوط کشت به گونه‌ای تنظیم شد که برای تراکم‌های ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ گیاه در مترمربع به ترتیب ۲۱، ۱۷، ۱۴ و ۱۱سانتی‌متر بود. با توجه به این که آزمایش برای کشت دوم آفتابگردان در نظر گرفته شده بود، لذا زمان کاشت اوایل تیر بود. قبل از تهیه زمین، آزمون خاک جهت ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی انجام شد. بر این اساس نیمی از نیاز نیتروژن (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره) و تمام نیاز فسفر (۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم) و پتاسیم گیاه (۵۰ کیلو در هکتار سولفات

پتاسیم)، قبل از کاشت به گیاه داده شد و در مرحله ۸-۶ برگی قبل از ورود به مرحله ستاره‌ای شدن، باقی مانده کود نیتروژن (۱۲۵ کیلوگرم در هکتار اوره) در اختیار گیاه قرار گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر اساس دور آبیاری و نیاز آبی گیاه انجام شد. به طوری که گیاهان در هیچ مرحله‌ای تحت تنش آب قرار نگرفتند. تعداد دفعات آبیاری‌ها هشت بار بود که چهار آبیاری اول به صورت بارانی کلاسیک ثابت و چهار آبیاری بعدی به صورت ثقلی انجام شد. در طول دوره رشد از مراحل نموی شامل زمان جوانه زنی، ستاره‌ای شدن، گلدهی، رسیدن فیزیولوژیکی و دوره پرشدن بر اساس دستورالعمل اشنایتر و میلر (Schneiter and Miller, 1981) یادداشت‌برداری انجام شد. صفات وابسته به عملکرد دانه، مانند قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه بر اساس حداقل ده گیاه محاسبه شد. در زمان برداشت، عملکرد دانه پس از حذف نیم متر بوته از ابتدا و انتهای هر کرت از مساحت حدود ۹ مترمربع اندازه‌گیری و به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. برای تجزیه واریانس مرکب داده‌ها از نرم‌افزار SAS استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل تفاوت معنی‌دار HSD (Honestly Significant Difference) انجام شد.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش در جدول ۱ و شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو ساله (جدول ۳) نشان داد که اثر سال تنها بر صفات قطر طبق و قطر ساقه معنی دار بود. از طرفی نتایج نشان داد که اثر تراکم بوته بر همه صفات مورد ارزیابی به استثنای شاخص برداشت معنی‌دار بود. هیبریدهای مورد ارزیابی نیز به استثنای تعداد دانه در طبق از نظر همه صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری بودند. اثر متقابل تراکم × ژنوتیپ تنها برای تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین صفات (جدول ۴) نشان داد که افزایش تراکم بوته باعث کاهش قطر طبق و تعداد دانه در طبق شده بود. اختلاف در تعداد دانه در طبق و قطر طبق در تراکم‌های ۸ و ۱۴ بوته در مترمربع بیشتر نمایان بود و این اختلاف در تراکم‌های میانی یعنی ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع کم‌رنگ‌تر بود به‌طوری که میانگین قطر طبق هیبریدهای مورد بررسی در تراکم ۸ بوته در مترمربع ۱۵/۶ سانتی‌متر و در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع ۱۳/۳ سانتی‌متر بود. این موضوع در مورد تعداد دانه در طبق نیز صادق بود به‌طوری که تعداد دانه در طبق در تراکم ۸ بوته در مترمربع ۱۱۰۶ و در تراکم ۱۴ بوته در مترمربع ۷۴۶ بود. به نظر می‌رسد در تراکم‌های

جدول ۱- تجزیه نمونه خاک مزرعه محل اجرای آزمایش
Table 1. Analysis of soil sample of experimental farm

| | | سال Year | |
|---|---|---|---|
| | | ۱۳۹۰ | ۱۳۹۱ |
| Chemical composition | ترکیب شیمیایی | 2011 | 2012 |
| Organic Carbon (%) | درصد کربن آلی خاک | 1.03 | 1.08 |
| Phosphorous ($mgkg^{-1}$) | فسفر | 28.20 | 37.0 |
| Potassium ($mgkg^{-1}$) | پتاسیم | 718.00 | 744.0 |

بالا رقابت برای دریافت عوامل موثر بر رشد همچون مواد غذایی و نور بیشتر است و در اثر رقابت برخی اندام‌های گیاهی همانند قطر طبق کاهش می‌یابد. به گفته میلر و فیک (Miller and Fick, 1978) قطر طبق صفتی است که بیشتر تحت تاثیر عوامل محیطی همچون تراکم بوته قرار می‌گیرد و کمتر تابع عوامل ژنتیکی است. در مطالعه پورسخی و خواجه‌پور (۲۰۱۴) فاصله ردیف تاثیری بر قطر طبق نداشت اما فاصله بوته‌ها بر ردیف تاثیر معنی‌داری بر قطر طبق داشت و قطر طبق با کاهش فاصله بوته‌ها بر ردیف‌های کاشت از ۱۸ به ۱۲ سانتی متر ۲۰/۶ درصد کاهش یافت. کاهش قطر طبق با افزایش تراکم بوته توسط سایر محققین نیز قبلاً گزارش شده است (Gholinezhad *et al.*, 2009؛ Hasani Jabbarlo *et al.*, 2008؛ Zaffaroni and Schneiter, 1991). وزن هزار دانه یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد بود که به طور معنی‌داری تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. وزن هزار دانه در تراکم ۸ بوته در مترمربع ۶۶ گرم و در تراکم ۱۴ بوته در متر مربع ۵۲/۹ گرم بود. به نظر می‌رسد با توجه به بزرگ‌تر بودن قطر طبق در تراکم‌های پایین‌تر، دانه‌های آفتابگردان محیط مناسب‌تری برای رشد پیدا کرده و دانه‌ها درشت شده و وزن هزار دانه بالاتری برخوردار پیدا می‌کنند. از طرفی افزایش تراکم بوته باعث کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه شده و در نتیجه وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. در مطالعه قلی‌نژاد و همکاران (Gholinejad *et al.*, 2009) نیز با افزایش تراکم بوته آفتابگردان وزن هزار دانه کاهش یافت به طوری که بیشترین وزن هزاردانه به کمترین تراکم بوته تعلق داشت. در این مطالعه کمتر بودن وزن هزار دانه در تراکم‌های بالاتر به کمتر بودن ذخیره کربوهیدارت‌ها در ساقه‌ها قبل از مرحله گرده‌افشانی و کاهش فتوسنتز جاری ناشی از کاهش دوام سطح برگ پس از گلدهی و بالا بودن تنفس در تراکم‌های بالا ربط داده شد. در مطالعه امامی بیستگانی و همکاران (Emami Bistgani *et al.*, 2014) نتایج مشابهی در خصوص تراکم بوته آفتابگردان به دست آمد. همانند وضعیتی که در

جدول ۲- شرایط اقلیمی ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب در سال‌های زراعی ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱

Table 2. Climatic conditions of Islamabad-e-Gharb Research Station in 2011 and 2012 cropping seasons

| | | ۱۳۹۰ 2011 | | | | ۱۳۹۱ 2012 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | دما Temperature (°C) | | | بارندگی Precipitation (mm) | دما Temperature (°C) | | | بارندگی Precipitation (mm) |
| Month | ماه | متوسط Mean | حداکثر Maximum | حداقل Minimum | | متوسط Mean | حداکثر Maximum | حداقل Minimum | |
| March - April | فروردین | 10.6 | 18.5 | 3.1 | 59.2 | 10.0 | 18.1 | 2.5 | 59.1 |
| April - May | اردیبهشت | 14.5 | 21.5 | 7.9 | 76.1 | 17.1 | 26.5 | 7.5 | 3.0 |
| May - June | خرداد | 21.5 | 31.5 | 10.5 | 0.0 | 22.7 | 32.1 | 12.3 | 0.4 |
| June - July | تیر | 26.5 | 36.6 | 15.2 | 0.3 | 25.7 | 35.2 | 15.2 | 5.4 |
| July - August | مرداد | 27.4 | 37.7 | 16.3 | 0.0 | 28.1 | 37.6 | 16.9 | 0.0 |
| August - September | شهریور | 22.9 | 33.1 | 12.1 | 0.0 | 24.2 | 34.1 | 13.3 | 0.0 |
| September - October | مهر | 16.7 | 26.8 | 6.5 | 0.3 | 19.1 | 28.8 | 8.7 | 0.1 |

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات زراعی هیبریدهای جدید آفتابگردان تحت تاثیر تراکم بوته

Table 3. Combined analysis of variance (mean of squares) of agronomic traits of new sunflower hybrids as affected by plant density

| S.O.V. | منابع تغییرات | درجه آزادی df. | میانگین مربعات Mean of Squares | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | قطر طبق Head diameter | تعداد دانه در طبق Seed per head | وزن هزار دانه 1000 seed weight | شاخص برداشت Harvest index | ارتفاع بوته Plant height | قطر ساقه Stem diameter | تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiologic maturity | عملکرد دانه Seed yield |
| Year (Y) | سال | 1 | 30.6$^{**}$ | 500$^{ns}$ | 4.4$^{ns}$ | 46.8$^{ns}$ | 385.0$^{ns}$ | 30.6$^{**}$ | 10.7$^{ns}$ | 651226$^{ns}$ |
| Rep(Y) | تکرار داخل سال | 6 | 0.4 | 4834 | 6.9 | 9.1 | 4.8 | 0.4 | 0.1 | 158561 |
| Plant (PD) Density | تراکم | 3 | 90.9$^{**}$ | 787356$^{**}$ | 1058.1$^{**}$ | 135.1$^{ns}$ | 1298. 6$^{**}$ | 90.9$^{**}$ | 77.2$^{**}$ | 15266123$^{**}$ |
| Genotype (G) | ژنوتیپ | 3 | 24.6$^{**}$ | 185026$^{ns}$ | 337.2$^{*}$ | 54.7$^{ns}$ | 3165.8$^{**}$ | 24.6$^{**}$ | 1531.7$^{**}$ | 2144615$^{*}$ |
| Y × PD | سال × تراکم بوته | 3 | 0.6$^{ns}$ | 7787$^{ns}$ | 8.1$^{ns}$ | 26.7$^{*}$ | 80.6$^{ns}$ | 0.6$^{ns}$ | 1.1$^{ns}$ | 626874$^{**}$ |
| Y × G | سال × ژنوتیپ | 3 | 1.0$^{ns}$ | 19687$^{ns}$ | 3.7$^{ns}$ | 31.3$^{*}$ | 157.6$^{ns}$ | 1.0$^{ns}$ | 3.5$^{**}$ | 306516$^{**}$ |
| PD × G | تراکم × ژنوتیپ | 9 | 0.6$^{ns}$ | 22439$^{ns}$ | 74.8$^{**}$ | 15.6$^{*}$ | 193.9$^{ns}$ | 0.6$^{ns}$ | 0.6$^{ns}$ | 143449$^{ns}$ |
| Y × PD × G | سال × تراکم × ژنوتیپ | 9 | 0.4$^{*}$ | 15568$^{ns}$ | 6.8$^{ns}$ | 6.0$^{ns}$ | 93.7$^{**}$ | 0.4$^{*}$ | 0.5$^{**}$ | 52969$^{ns}$ |
| Error | اشتباه | 90 | 0.2 | 15734$^{ns}$ | 5.8 | 7.0 | 9.1 | 0.19 | 0.1 | 113534 |
| C.V. % | درصد ضریب تغییرات | | 3.0 | 13.8 | 4.0 | 7.5 | 1.8 | 3.0 | 0.3 | 8 |

ns، * و ** : به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۴- میانگین دو ساله صفات هیبریدهای جدید آفتابگردان در تراکم‌های بوته مختلف

Table 4. Two years mean of agronomic traits of new sunflower hybrids in different plant densities

| تیمار<br>Treatment | قطر طبق<br>Head diameter (cm) | تعداد دانه در طبق<br>Seed per head | وزن هزار دانه<br>1000 seed weight (g) | شاخص برداشت<br>Harvest index | ارتفاع بوته<br>Plant height (cm) | قطر ساقه<br>Stem diameter (mm) | تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک<br>Days to physiologic maturity | عملکرد دانه<br>Seed yield ($kgh^{-1}$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Plant density ($plantm^{-2}$)** | | | | | | | | |
| 14 | 13.3 | 746 | 52.9 | 38.2 | 173.5 | 12.9 | 91.6 | 5167 |
| 12 | 14.1 | 825 | 59.3 | 35.5 | 166.5 | 14.1 | 92.9 | 4550 |
| 10 | 14.8 | 948 | 63.5 | 33.6 | 163.2 | 15.4 | 94.1 | 4043 |
| 8 | 15.6 | 1106 | 66.0 | 34.2 | 158.3 | 16.8 | 95.2 | 3555 |
| LSD ($P \leq 0.05$) | **0.7** | **106** | **3.4** | **6.2** | **10.8** | **0.9** | 1.2 | **955** |
| **Genotype** | | | | | | | | |
| Farrokh | 13.6 | 807.8 | 58.5 | 35.8 | 158.4 | 13.7 | 88.2 | 4128 |
| SHF81-90 | 15.1 | 922.1 | 63.8 | 34. 9 | 170.2 | 15.6 | 96.9 | 4447 |
| Ghasem | 13.5 | 902.6 | 56.9 | 37.0 | 156.0 | 14.4 | 87.2 | 4102 |
| Barzegar | 15.6 | 992.2 | 62.4 | 33.9 | 177.1 | 15.5 | 101.5 | 4638 |
| LSD ($P \leq 0.05$) | **1.0** | **169.3** | **2.3** | **6.7** | **15.1** | **1.2** | **2.3** | **667** |

تراکم‌های بالاتر برای وزن هزار دانه وجود داشت، تعداد دانه در طبق نیز با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. در مطالعه عباسی و همکاران (Abbasi *et al*., 2011) که اثر تراکم بوته و نیتروژن بر عملکرد و خصوصیات مرفولوژیک آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت با افزایش تراکم بوته از ۸ به ۱۲ بوته در مترمربع تعداد دانه در طبق و سایر اجزای عملکرد کاهش یافتند.

قطر ساقه و ارتفاع بوته دو صفت مهم دیگر بودند که به صورت معنی‌دار تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفتند به‌طوری که ارتفاع بوته با افزایش تراکم بوته افزایش یافته و قطر ساقه کاهش می‌یابد. در مطالعه ابراهیم (Ibrahim, 2012) که در دانشکده کشاورزی دانشگاه الکساندر مصر انجام شد، با افزایش تراکم بوته آفتابگردان از ۴۵ تا ۹۰ هزار بوته در هکتار ارتفاع بوته و قطر ساقه به طور معنی‌داری به ترتیب افزایش و کاهش یافتند. این موضوع در مطالعات متعدد دیگری مورد تایید قرار گرفته است (Poursakhy and Khajepour, 2014؛ Babaei Aghdam *et al*., 2009؛ Robinson *et al*., 1980).

تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نیز یکی از صفاتی بود که به صورت معنی‌دار تحت تاثیر تراکم بوته قرار گرفت و با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. به عبارتی افزایش تراکم بوته باعث زودرسی هیبریدهای آفتابگردان شد به‌طوری که تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در تراکم‌های ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع به ترتیب ۹۲، ۹۳، ۹۴ و ۹۵ روز بود. در مطالعه سید شریفی و عباسی (Seyed Sharifi and Abbasi, 2014) گزارش شد که تراکم‌های بالاتر بوته در آفتابگردان باعث کاهش طول دوره پر شدن دانه و همچنین زودرسی آفتابگردان می‌شود.

نتایج نشان داد که عملکرد دانه به عنوان مهم‌ترین صفت اصلاحی با افزایش تراکم بوته به صورت خطی افزایش یافت به‌طوری که در تراکم‌های ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۴ بوته در مترمربع به ترتیب ۳۵۵۵، ۴۰۴۳، ۴۵۵۰ و ۵۱۶۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). لازم به ذکر است که بر اساس مقایسه میانگین تیمارها به روش آزمون تفاوت حقیقی معنی‌دار اختلاف معنی‌داری بین عملکرد تیمارهای ۱۴ بوته در مترمربع و ۱۲ بوته در مترمربع وجود نداشت. این نتایج نشان‌دهنده این موضوع است که با افزایش تراکم بوته و به ازای افزایش هر دو بوته در مترمربع عملکرد دانه حدود ۶۰۰-۵۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافته است. در تطابق با این نتایج در مطالعه دانشیان و جباری (Daneshian and Jabbari, 2009) اثر چهار تراکم بوته ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع بر هیبرید CMS26 × R103 در رژیم‌های مختلف آبیاری مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کمترین عملکرد دانه از تراکم ۶ بوته در مترمربع به دست آمد.

در مطالعه تقوی و همکاران (Taghavi *et al.,* 2009) با بررسی تراکم‌های ۴۵، ۵۷، ۷۱ و ۹۵ هزار بوته در هکتار، بیشترین عملکرد دانه از بیشترین تراکم بوته در هکتار به دست آمد، هرچند برخی اجزای عملکرد همانند وزن هزار دانه و قطر طبق در بیشترین تراکم بوته کاهش یافت، جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al.,* 2007) نیز اثر تراکم‌های ۶، ۸، ۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع را بر صفات زراعی آفتابگردان مورد بررسی و گزارش دادند که بیشترین عملکرد دانه از تراکم ۱۲ بوته در مترمربع به دست آمد و پیش‌بینی کردند که با افزایش تراکم بوته به بیش از ۱۲ بوته در مترمربع نیز عملکرد دانه افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که تعداد طبق در واحد سطح به عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد تاثیر بیشتری نسبت به سایر اجزای عملکرد مثل وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق بر عملکرد داشته است چرا که علی‌رغم کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق در تراکم‌های بالاتر میزان عملکرد دانه در تراکم‌های بالاتر به واسطه داشتن تعداد طبق بیشتر در واحد سطح عملکرد بیشتری داشته است. این وضعیت قبلا در مطالعه اسی چی و همکاران (Esechie *et al*., 1996) نیز گزارش شده است، به‌طوری‌که قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه رقم فلام (Flame) در بیشترین تراکم بوته (۷۱۴۰۰ بوته در هکتار) به ترتیب ۱۵/۱، ۲۵/۷ و ۲۵/۶ درصد کاهش یافت، با این حال بیشترین عملکرد دانه این رقم در بیشترین تراکم بوته به دست آمد که نشان دهنده این موضوع است که تعداد طبق در واحد سطح به عنوان یکی از اجزای عملکرد ویژگی جبرانی خود را نشان داده است. در این خصوص دانشیان و همکاران (Daneshian *et al.,* 2008) نیز پایین بودن عملکرد دانه در تراکم‌های پایین را به عدم استفاده بهینه از پتانسیل محیطی در تراکم‌های پایین نسبت دادند.

نتایج مطالعه قلندری و همکاران (Ghalandari *et al*., 2011) نیز نشان داد که قطر طبق، وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق در تراکم‌های پایین (۶ و ۸ بوته در مترمربع) نتوانست کاهش تعداد طبق در واحد سطح را جبران کند و در نتیجه عملکرد هیبریدهای مورد بررسی آفتابگردان در تراکم‌های بالا (۱۰ و ۱۲ بوته در مترمربع) بیشتر بود.

یکی از دلایل عملکرد بیشتر در تراکم‌های بالاتر، به پاسخ مناسب هیبریدهای جدید آفتابگردان به تراکم‌های بالاتر بر می‌گردد، چرا که این هیبریدها اغلب پاکوتاه و یا از ارتفاع بوته متوسطی برخوردار هستند و تراکم بوته بالا برای آن‌ها محدودیت اساسی محسوب نمی‌شوند. در مطالعه سوزر (Suzer, 2010) اثر نیتروژن و تراکم بوته بر هیبریدهای پاکوتاه آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که علی‌رغم کاهش وزن هزار دانه و قطر طبق در تراکم‌های بالا، بیشترین عملکرد دانه در مورد همه هیبریدهای مورد بررسی از بیشترین تراکم بوته یعنی ۹۵۲۳۰ بوته در هکتار به دست

آمد.

در مطالعه پورسرخی و خواجه‌پور (۲۰۱۴) نیز بیشترین عملکرد دانه هیبرید های سان ۳۳ در تراکم ۱۱/۹ بوته در مترمربع (فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها بر ردیف ۱۴ سانتی‌متر) به دست آمد. در این مطالعه نیز افزایش عملکرد دانه تک بوته در اثر افزایش فاصله ردیف‌ها به اندازه‌ای نبود که بتواند تعداد بوته در واحد سطح را جبران کند. این نتایج با یافته‌های برخی محققین دیگر مطابقت دارد (Samiei *et al.*, 2010؛ Diepenbrock *et al.*, 2001).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که دو هیبرید جدید قاسم و فرخ به ترتیب با ارتفاع بوته ۱۵۶ و ۱۵۸/۴ سانتی‌متراز پاکوتاهی نسبتاً خوبی برخوردار بودند. از طرفی قطر طبق در این دو هیبرید کمتر از هیبریدهای برزگر و SHF81-90 بود. تعداد دانه در طبق هیبرید برزگر با توجه به دارا بودن طبق بزگ‌تر بیشتر از سایر هیبریدها بود. از طرفی تعداد دانه در طبق در هیبرید فرخ با ۸۰۸ دانه در طبق به صورت معنی‌داری کمتر از سایر هیبریدهای مورد ارزیابی بود. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ × تراکم بوته برای وزن هزار دانه، بیشترین وزن هزار دانه مربوط به هیبرید SHF81-90 در تراکم ۸ بوته در متر مربع با ۶۹/۳ گرم و کمترین وزن هزار دانه مربوط به هیبرید قاسم در تراکم بوته ۱۴ بوته در مترمربع با ۴۵/۲ گرم بود (جدول ۵). از نظر عملکرد دانه هیبرید برزگر با ۴۶۳۸ کیلوگرم در هکتار دارای عملکرد بیشری نسبت به قاسم، SHF81-90 و فرخ به ترتیب با ۴۱۰۲، ۴۴۴۷ و ۴۱۲۸ کیلوگرم در هکتار بود. هیبرید برزگر در میان هیبریدهای مورد بررسی از ارتفاع بوته و تعداد روز تا رسیدگی بیشتری برخوردار بود. در آفتابگردان هیبریدهایی که دارای طول دوره رشد بیشتری هستند معمولاً از عملکرد بیشتری نیز برخوردار هستند. پس از هیبرید برزگر، هیبرید SHF81-90 با داشتن قطر طبق مناسب و مقادیر بالا برای وزن هزار دانه و تعداد دانه در طبق از عملکرد مناسبی برخوردار بود. دو هیبرید قاسم و فرخ دارای عملکرد به مراتب کمتری نسبت به دو هیبرید دیگر یعنی برزگر و هیبرید SHF81-90 بودند. با این حال زودرسی قابل توجه یکی از ویژگی های مناسب این هیبریدها است و می توانند در کشت دوم و یا مناطقی که از نظر طول دوره رشد محدودیت دارند مورد استفاده قرار گیرند.

در مجموع با توجه به نتایج مطالعه حاضر و تطابق آن با سایر پژوهش‌های انجام شده به نظر می‌رسد که با افزایش تراکم بوته هرچند برخی اجزای عملکرد دانه کاهش می‌یابند اما در این بین تعداد طبق در مترمربع به عنوان یکی از اجزای اصلی عملکرد در آفتابگردان و یا به عبارت دیگر تراکم بوته نقش اساسی‌تری در تعیین عملکرد دانه ایفا می‌کند و با افزایش تراکم بوته عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد. این موضوع برای شرایطی که محدودیت‌های

جدول ۵- وزن هزار دانه هیبریدهای جدید آفتابگردان در تراکم بوته‌های مختلف

Table 5. 1000 seed weight of new sunflower hybrids in different plant densities

| تراکم بوته در مترمربع<br>Plant density/m$^2$ | هیبریدهای آفتابگردان<br>Sunflower hybrids | وزن هزار دانه<br>1000 seed weight (g) |
|---|---|---|
| 14 | Farrokh | 53.62 |
| | SHF81-90 | 54.97 |
| | Ghasem | 45.23 |
| | Barzegar | 57.63 |
| 12 | Farrokh | 55.74 |
| | SHF81-90 | 65.43 |
| | Ghasem | 53.62 |
| | Barzegar | 62.55 |
| 10 | Farrokh | 62.08 |
| | SHF81-90 | 65.69 |
| | Ghasem | 62.06 |
| | Barzegar | 64.01 |
| 8 | Farrokh | 62.69 |
| | SHF81-90 | 69.26 |
| | Ghasem | 66.71 |
| | Barzegar | 65.51 |
| **LSD** ($P \leq 0.05$) | | **6.8** |

محیطی از قبیل خاک، آب و نور وجود نداشته باشد بیشتر صادق است. در بین هیبریدهای مورد بررسی نیز هیبرید برزگر نسبت به سایر هیبریدهای مورد ارزیابی از عملکرد بالاتری برخوردار بود و توصیه می‌شود در شرایط اقلیمی مشابه از این هیبرید استفاده شود.

## References

**Abassi, H., Seyed Sharifi, R., and Visani, V. 2011.** Effect of different level of nitrogen and plant density on yield and some morphologic characteristics of sunflower varieties. Journal of Science and Biotechnology of Modares University 2(1): 67-76 (in Persian).

**Babaei Aghdam, J., Abdi, M., Seifzadeh, S., and Khiavi, M. 2009.** Effects of different levels of nitrogen and plant density on yield and yield components of sunflower, Azargol cultivar in Takestan region. Journal of New Agricultural Science 14: 1-12 (in Persian).

**Daneshian, J., and Jabbari, H. 2009.** Effect of limited irrigation and plant density on morphological characteristics and grainyield in a dwarf sunflower hybrid (CM26 × R103) as second crop. Iranian Journal of Crop Sciences 10 (40): 377-388 (in Persian).

**Daneshian, J., Jamshidi, E., Ghalavand, A., and Farrokhi, E. 2008.** Determination of the suitable plant density and planting date for new hybrid (CMS-26×R103) of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 1: 72-78 (in Persian).

**Diepenbrock, W., Long, M., and Feil, B. 2001.** Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. Australian Journal of Agricultural Research 52: 29-36.

**Emami Bistgani, Z., Siadat, S. A., Bakhshandeh, A., Alami, K., and Shiresmaeli, Gh. 2014.** Efect of plant density on yield and agronomic traits of new cultivars of sunflower. Agronomy Journal (Pajouhesh va Sazandegi) 103: 69-75 (in Persian).

**Esechie, H. A., Elias, S., Rodriguez, V., and Al-Asmi, H. S. 1996.** Response of sunflower (*Helianthus annuus*) to planting pattern and population density in a desert climate. Journal of Agricultural Science 126: 455-461.

**Ghalandari, R., Rahimzadehkhoei, F., Toorchi, M., and Behtari, B. 2011.** Effect of plant density on morphological trait and yield in three sunflower hybrids as second cropping. Journal of Research in Crop Sciences 2 (7): 37-48.

**Gholinejad, E., Aeenehband, A., Hasanzade Ghorttappe, A., Barnoosi, I., and Rezaei, H. 2009.** Evaluation of effective drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor at different levels of nitrogen and plant population in Urmieh climate conditions. Journal of Plant Production 16 (3): 1-27 (in Persian).

**Goskoy, A. T., Turan, Z. M., and Acikgoz, E. 1998.** Effect of planting date and plant population on seed and oil yield and Plant characteristics in sunflower (*Helianthus annus* L.). Food and Agriculture Organization of the United Nations 21(28): 107-115.

**Gubbels, G. H., and Dedio, W. 1988.** Response of sunflower hybrids to row spacing. Canadian Journal of Plant Science 68 (4): 1125-1127.

**Hasani Jabbarlo, Kh., Roshdi, M., Ghaffari, M., and Valilo, R.2008**. Study of plant density and arrangement effect on yield and its components of two sunflower genotypes (Ksc43/128 and Lakumka) in Khoy region. Journal of Research in Crop Science 1: 99-107 (in Persian).

**Holt, N. W., and Campbell, S. J. 1984.** Effect of plant density on the agronomic performance of sunflower on dryland. Canadian Journal of Plant Science 64: 599-605.

**Hu, J., Sieler, G., and Kole, C. 2010.** Genetics, Genomics and Breeding of sunflower. CRC Press, Enfield, New Hampshire, UK.

**Ibrahim, M. 2012.** Response of some sunflower hybrids to different levels of plant density. APCBEE Procedia 4: 175-182.

**Jamshidi, E., Ghalavand, A., and Daneshian, J. 2007.** Effects of defoliation at anthesis on grain yield and its components in sunflower (*Helianthus annus* L.)in different levels of plant density and sowing date. Iranian Journal of Crop Sciences 9 (1): 32-44 (in Persian).

**Khajepour, M. R. 2007.** Industrial Crops. Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. 571 pp. (in Persian).

**Meys, P. 1999.** Effects of nitrogen rates and plant spacing on sunflower seed yields and other characteristics. Agronomy Journal 63: 137-138.

**Miller, J. F., and Fick, G. N. 1978**. Influence of plant population on performance of sunflower hybrids. Canadian Journal of Plant Science 58: 597-600.

**Narval, S. S., and Malik, D. S. 1985 .** Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. Journal of Agricultural Science 104 : 95-97.

**Poursakhy, N., and Khajehpour, M. 2014.** Effect of planting pattern and plant density on growth and yield of sunÀower (Hisun-36 hybrid). Agronomy Journal (Pajouhesh va Sazandegi) 104: 54-61 (in Persian).

**Robinson, R. G. 1978.** Production and culture. In: Carter, J. F. (ed.). Sunflower Science and Technology. American Society of Agronomy, Madison, Wisconson, USA.

**Robinson, R. G., Ford, J. H., Lueschen, W. E., Rabas, D. L., Smith, L. J., Warnes, D. D., and Wiersma, J. V. 1980.** Response of sunflower to plant population. Agronomy Journal 72: 869- 871.

**Samiei, B., Pirdashti, H., Fallahi, H. A., and Noorirad Dooji, A. M. 2010.** Effect of plant density on yield and yield components of sunflower hybrids under dry land conditions. Proceedings of the 11th Iranian Crop Science Congress, 24-26 July, Tehran, Iran, Volume 1, Crop Production, p. 166 (in Persian).

**Schneiter, A. A., and Miller, J. E. 1981.** Description of sunflower growth stages. Crop Science 21: 401-403.

**Sedghi, M., Seyed Sharifi, R., Namvar, A., Khandan-e Bejandi, T., and Molaei, P. 2008.** Response of sunflower yield and grain filling period to plant density and weed interference. Research Journal of Biological Sciences 3(9): 1048-1053 (in Persian).

**Seyed Sharifi, R., and Abassi, H. 2014.** Study of various levels of nitrogen fertilizer and plant density on grain yield, rate and effective grain filling period of sunflower (*Helianthus annus* L.) cultivars in Ardabil region. Journal of Plant Research 27 (2): 228-242 (in Persian).

**Suzer, S. 2010.** Effects of nitrogen and plant density on dwarf sunflower hybrids. Helia 33 (57): 207-214.

**Taghavi, D., Habibi, D., Mohebati, M., and Valadiani, A. 2009.** Effects of plant density on yield components of two sunflower cultivars (*Helianthus annus*). Agronomy and Plant Breeding Journal 4 (2): 57-65 (in Persian).

**Tanimu, B., and Ado, S. C. 1988.** Relationships between yield components in forty populations of sunflower. Helia 11: 17-20.

**Zaffaroni, E., and Schneiter, A. A. 1989.** Water use efficiency and light interception of semi-dwarf and standard height sunflower hybrids in different row engagements. Agronomy Journal 81: 831-836.

**Zaffaroni, E., and Schneiter, A. A. 1991.** Sunflower production as influenced by plant type. Agronomy Journal 83: 113-118.